

Fontenay-aux-Roses, le 10 décembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00197

Objet	: Transport – Dossier d'options de sûreté du modèle de colis CAIMAN
Réf.	: [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2020-035166 du 21 juillet 2020. [2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR6 - Edition 2018. [3] Guide de l'ASN N°7, Transport à usage civil de substances radioactives sur la voie publiques – Tome 1 : Demandes d'agrément et d'approbations d'expédition, révision 2 du 15 février 2016. [4] Guide européen "Package Design Safety Report", version de décembre 2014.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur les options de sûreté, présentées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), concernant un modèle de colis en cours de conception dénommé CAIMAN (acronyme de « Colis Aérien et International pour MATières Nucléaires »).

Ce nouveau modèle de colis est destiné au transport par voie routière, maritime ou aérienne de matières uranifères et plutonifères non irradiées sous formes diverses, en France et à l'étranger. Son développement a pour objectif de remplacer le modèle de colis TN-BGC 1 actuellement agréé.

Le dossier d'options de sûreté présente les méthodes et les principales hypothèses retenues pour justifier la conformité de ce colis aux exigences de la réglementation citée en deuxième référence relatives aux modèles de colis des types IP-2, IP-3, B(U) ou B(M) contenant des matières fissiles. La classification sera réalisée ultérieurement en fonction de la matière radioactive transportée.

De l'expertise de ce dossier, l'IRSN retient les points suivants.

1. PRESENTATION DU MODELE DE COLIS

1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

L'emballage CAIMAN est de forme générale cylindrique. Son corps est constitué d'une enveloppe interne et d'une enveloppe externe en acier inoxydable séparées par de la résine jouant le rôle d'absorbant neutronique et assurant les protections radiologique et thermique. Cette résine, actuellement en cours de développement, fera l'objet d'une caractérisation afin de connaître ses caractéristiques mécaniques, thermiques, de tenue au feu et de vieillissement.

La cavité interne de l'emballage est équipée d'un système de fermeture composé d'un couvercle et d'une tôle en acier inoxydable, fixés au corps par des vis. Le nombre de joints et de vis assurant l'étanchéité diffère selon la classification de l'emballage. Ainsi, le couvercle de l'emballage de type B sera équipé d'un double joint élastomère et de douze vis, tandis que le couvercle des emballages de type IP sera équipé d'un seul joint élastomère et de huit vis. Dans la mesure où ces deux types de couvercles présenteront des similitudes, ils pourraient être intervertis sans pour autant garantir le même niveau de performance. L'IRSN considère que le requérant devra présenter les dispositions prévues pour écarter le risque de confusion des couvercles lors de l'utilisation des colis du type B. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 1 du présent avis.**

Chaque extrémité du corps de l'emballage est équipée d'un capot amortisseur de chocs de section carrée, composé de blocs de balsa placés dans une enveloppe métallique. Le capot supérieur présente la particularité de disposer de deux échancrures qui favorisent le passage d'élingues pour manutentionner et arrimer le colis. Le capot inférieur est complété par une palette amovible en acier inoxydable utilisée pour la manutention en position verticale à l'aide d'un chariot élévateur ou d'un transpalette.

L'emballage dispose de deux oreilles de manutention sur la partie supérieure de la virole utilisées pour la manutention verticale. Dans le cas d'une manutention horizontale, l'une des oreille est utilisée en complément d'un anneau de levage situé en partie inférieure du corps. De plus, un passage de fourche en partie supérieure de la virole permet la manutention verticale à l'aide d'un chariot élévateur.

L'arrimage de l'emballage peut être réalisé seul ou de manière groupée avec le même modèle de colis, en position verticale ou horizontale. En position verticale, le dispositif d'arrimage est composé :

- d'un tapis anti-glissement ;
- d'une barre de calage ;
- d'une sangle d'arrimage passant par les échancrures du capot supérieur.

Dans le cas d'un arrimage groupé, une sangle est disposée entre les emballages afin de les rendre solidaires.

1.2. DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS INTERNES

Les différents contenus peuvent être conditionnés dans un ou plusieurs conteneurs cylindriques déjà utilisés avec les emballages TN-BGC 1. D'autres étuis ou conteneurs, ainsi que des éléments de calage, pour limiter le déplacement du contenu dans la cavité, pourront être développés mais ne sont pas encore conçus.

1.3. DESCRIPTION DES CONTENUS

Les contenus sont constitués de matières uranifères et plutonifères sous diverses formes. Le contenu peut être conditionné dans un ou plusieurs conteneurs primaires et contenir des matières hydrogénées susceptibles de se dégrader sous forme gazeuse sous l'effet des rayonnements ou de la chaleur. Ce phénomène sera étudié dans la démonstration du dossier de sûreté.

Les masses pouvant être transportées ne sont pas précisées à ce stade du projet mais seront spécifiées dans les démonstrations du dossier de sûreté tout en respectant la masse maximale de 116 kg pour le contenu (aménagement internes compris).

2. OPTIONS DE SURETE

Le dossier d'options de sûreté présente les principes et démarches retenus pour les démonstrations de sûreté du modèle de colis CAIMAN. Le CEA indique que ces démonstrations tiendront compte du retour d'expérience des points soulevés lors des expertises qui est présenté dans le guide de l'ASN cité en troisième référence. Par ailleurs, le dossier de sûreté transmis en appui de la demande d'agrément sera structuré selon les recommandations du guide cité en quatrième référence. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

De plus, le CEA a indiqué que la qualification des codes de calculs utilisés dans les démonstrations, permettant d'en justifier l'utilisation, sera présentée dans le dossier de sûreté. **Ceci est satisfaisant.**

2.1. COMPORTEMENT MECANIQUE

Le requérant liste les différents matériaux qui entrent dans la composition du modèle de colis CAIMAN. En revanche, les caractéristiques des matériaux ne sont pas précisées. L'IRSN rappelle que les démonstrations du dossier de sûreté devront considérer les variations des propriétés des matériaux sur la gamme de températures représentatives des conditions normales et accidentelles de transport. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 2 du présent avis.**

Par ailleurs, l'IRSN relève que le dimensionnement des soudures assurant une fonction de sûreté n'est pas abordé à ce stade et rappelle que les soudures doivent être réalisées de manière à garantir la continuité des caractéristiques mécaniques des éléments assemblés. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 3 du présent avis.**

Le dossier d'options de sûreté précise qu'une étude de la tenue mécanique des vis de l'enveloppe de confinement sera réalisée en considérant le couple de serrage, l'incertitude liée aux mesures et le coefficient de frottement. Ce point devra faire l'objet d'une attention particulière dans le dossier de sûreté du colis. **En particulier pour les assemblages vissés, le CEA devra veiller à justifier la plage de coefficients de frottement retenue tenant compte des incertitudes associées, du type de lubrifiant utilisé et des surfaces lubrifiées. Ceci fait l'objet de l'attente n° 4 du présent avis.**

2.1.1. Conditions de transport de routine (CTR)

Les analyses du comportement mécanique en CTR viseront à démontrer la tenue du modèle de colis CAIMAN à l'égard des sollicitations potentiellement rencontrées, en particulier pour ce qui concerne l'enveloppe de confinement, les organes de manutention et d'arrimage.

L'étude visant à vérifier que les contraintes dans l'enveloppe de confinement sont acceptables, lorsque celle-ci est soumise à une pression interne, sera réalisée par calculs analytiques et éléments finis. **Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade du projet.**

La tenue mécanique des organes de manutention de l'emballage sera démontrée en considérant les effets dynamiques (par exemple le levage à l'arraché). Chacune des oreilles de manutention sera prévue pour pouvoir reprendre le poids de l'emballage chargé. La palette intégrée au capot inférieur et son système de fixation seront dimensionnés afin de résister au gerbage, ainsi qu'aux opérations de levage et de dépose. De plus, les effets d'endommagement des organes de manutention par phénomène de fatigue seront aussi analysés. **Les éléments présentés relatifs à la démonstration de tenue mécanique des organes de manutention n'appellent pas de remarque à ce stade du projet.**

Pour ce qui concerne l'arrimage, le modèle de colis CAIMAN sera arrimé à l'aide d'un dispositif composé d'un tapis anti-glissement, d'une barre de calage et d'une sangle définie par une largeur minimale et des efforts de tension normalisés minimal et maximal. Le requérant prévoit de justifier que les sangles utilisées pour l'arrimage ne sont pas de nature à causer des dommages au capot supérieur, en considérant les accélérations issues du projet de révision de l'annexe IV du guide SSG-26 de l'AIEA. **Ceci est satisfaisant.**

En outre, le CEA prévoit la possibilité de transporter plusieurs emballages simultanément, parfois attachés les uns aux autres par des sangles. À cet égard, l'IRSN rappelle que la réglementation citée en deuxième référence impose que toute adjonction au colis ne doit pas en réduire la sûreté, ce qui doit conduire à étudier l'influence d'une telle configuration d'arrimage sur la tenue mécanique du modèle de colis CAIMAN. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 5 du présent avis.**

2.1.2. Conditions normales de transport (CNT)

L'analyse du comportement du colis lors d'une chute libre d'une hauteur de 1,2 m s'appuiera sur un essai. Par ailleurs, la forme du colis permettant éventuellement de le gerber, une démonstration de tenue au gerbage sera réalisée dans le cadre du dossier de sûreté. En outre, compte tenu de la géométrie et de la conception de l'emballage, le CEA considère les autres épreuves réglementaires représentatives des conditions normales de transport (aspersion d'eau et pénétration par la chute de barre d'acier de 6 kg d'une hauteur de 1 m sur le colis) sans effet sur l'emballage et sa performance de sûreté. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

2.1.3. Conditions accidentelles de transport (CAT)

Rupture fragile

Le CEA indique que les contrôles réalisés en fabrication et le choix des matériaux permettront d'écarter le risque de rupture fragile à -40°C. L'IRSN rappelle que la prise en compte du phénomène de rupture fragile devra être justifiée dans la démonstration de sûreté du modèle de colis CAIMAN. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 6 Attente n° 6 du présent avis.** En outre, à ce stade, le requérant n'a pas identifié les options retenues en matière de caractéristiques mécaniques des vis. Toutefois, il précise que les aciers utilisés pour la visserie seront contrôlés en fabrication et qu'une vérification de la résilience sera réalisée pour écarter le risque de rupture fragile. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

Épreuves réglementaires retenues

Le CEA prévoit la réalisation des épreuves réglementaires représentatives des CAT suivantes :

- une chute libre du colis d'une hauteur de 9 m ;
- une chute du colis d'une hauteur de 1 m sur un poinçon ;
- une épreuve poussée d'immersion (sous 200 m d'eau pendant 1 h) couvrant l'épreuve d'immersion (sous 15 m d'eau pendant 8 h).

Ces épreuves seront cumulées avec les épreuves des CNT.

Le requérant ne prévoit pas de réaliser l'épreuve de chute de plaque de 500 kg d'une hauteur de 9 m prévue à l'article 727 c) de la réglementation. Cette épreuve est demandée pour tout modèle de colis dont la masse est inférieure à 500 kg, la densité apparente inférieure à 1 et l'activité supérieure à 1 000 A₂. Si les deux derniers critères s'appliquent effectivement au modèle de colis CAIMAN, le requérant considère que, malgré sa masse à vide estimée à 490 kg au stade des options de sûreté, le modèle de colis chargé possédera systématiquement une masse supérieure à 500 kg. **Ce point sera donc à confirmer dans la suite du projet.**

Essais de chute

Le CEA indique que la tenue mécanique du modèle de colis CAIMAN sera démontrée à l'aide d'épreuves de chutes réalisées selon différentes configurations (axiale, fouettement, oblique, poinçonnement...) en considérant les caractéristiques des matériaux afin d'être représentatif des températures pénalisantes (-40°C et température maximale des CNT) et le jeu maximal entre le contenu et le couvercle de la cavité. Les justifications du choix des configurations seront apportées dans le programme d'essais de chutes à l'aide notamment d'une étude numérique. A l'issue de ces essais, un test d'étanchéité sera réalisé. Le programme d'essais fera l'objet d'une expertise ultérieure. **Aussi, l'IRSN considère que les principes retenus au stade du dossier d'options de sûreté sont satisfaisants.** Néanmoins, l'IRSN rappelle que les maquettes utilisées pour les chutes devront également prendre en compte les dispersions naturelles des caractéristiques du bois des capots amortisseurs du modèle de colis. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 7 du présent avis.**

Épreuve d'immersion

La tenue à la pression externe, correspondant aux conditions de l'épreuve poussée d'immersion (immersion sous 200 m pendant 1h) sera vérifiée par calculs analytiques en considérant une pression extérieure de 2 MPa. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

L'analyse du comportement thermique du colis dans toutes les conditions de transport s'appuiera sur des calculs numériques. **Les hypothèses retenues pour réaliser les calculs n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En outre, l'influence de la présence éventuelle d'une bâche ou d'un caisson utilisée lors du transport (cas du transport transport confiné) sera étudiée. **Ceci est satisfaisant.**

Le risque d'autocombustion du bois des capots après l'arrêt du feu sera étudié, ce qui est satisfaisant sur le principe. A cet égard, le requérant prévoit de justifier la prise en compte de ce phénomène par l'existence de marges de sûreté relatives aux températures maximales atteintes par les joints de l'enceinte de confinement, déterminées à partir d'essais réalisés en 2006. En tout état de cause, la démonstration de sûreté devrait justifier la représentativité de ces essais au regard de ce nouveau modèle de colis. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 du présent avis.**

La dégradation de la résine, à l'issue de l'épreuve thermique en CAT, sera prise en compte dans la démonstration de sûreté et justifiée sur la base d'essais. **Ceci est satisfaisant.**

2.3. CONFINEMENT

L'enveloppe de confinement du modèle de colis CAIMAN contenant des matières fissiles est constituée de la virole interne, du fond, du couvercle et de sa tôle, ainsi que de leurs joints et leurs vis.

Pour le modèle de colis de type IP, le taux de fuite n'est pas contrôlé avant expédition et le confinement est assuré par le maintien du système de fermeture dans toutes les conditions de transport afin de garantir l'absence de dispersion de la matière radioactive. **Ceci est satisfaisant sur le principe.**

Pour le modèle de colis de type B, le requérant prévoit de démontrer le bon comportement des joints élastomères pour l'ensemble des conditions de températures susceptibles d'être rencontrées, y compris en CAT, et de s'assurer de l'absence de risque de leur extrusion hors de leur gorge. Le requérant a prévu de s'assurer que la température admissible des joints de l'enceinte de confinement n'est pas dépassée. En outre, l'analyse démontrera le respect des critères de relâchement d'activité réglementaires au regard des taux de fuite contrôlés avant transport. **Les principes présentés par le CEA n'appellent pas de remarque à ce stade du projet.**

Concernant le dimensionnement des joints de confinement, le requérant prévoit de vérifier le maintien d'un taux de compression acceptable en cas d'explosion dans l'enveloppe de confinement. Toutefois, il ne précise pas explicitement qu'il justifiera que ce taux de compression reste dans une plage acceptable, en particulier à basse température, en tenant compte de la déformation rémanente de compression liée au vieillissement des joints. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 du présent avis.**

2.4. RADIOPROTECTION

Les analyses de radioprotection consisteront à déterminer la masse maximale admissible des différents contenus permettant de respecter les exigences réglementaires concernant les débits d'équivalent de dose (DED). A cet égard, le requérant prévoit que le DED au contact des surfaces du colis pourrait être supérieur à 2 mSv/h dans le cas d'une utilisation exclusive. L'IRSN rappelle que la réglementation citée en deuxième référence stipule que dans un tel cas, le colis ne doit pas être transporté par voie aérienne, sauf si le transport est autorisé par arrangement spécial. **Par conséquent, le requérant devra déposer, si nécessaire, des demandes d'approbation**

d'expédition sous arrangement spécial auprès des autorités de sûreté des pays concernés par le transport par voie aérienne du modèle de colis.

Le requérant indique que les calculs seront réalisés en considérant des termes sources enveloppes, des épaisseurs de protection radiologique minimales et des endommagements pénalisants. **À ce stade, l'IRSN considère ces éléments satisfaisants.** Toutefois, les calculs de DED neutron devraient tenir compte d'un coefficient de réactivité effectif justifié, comme cela est fait par exemple pour les démonstrations concernant le TN-BGC 1. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 8 du présent avis.**

En outre, pour les contenus liquides, l'IRSN rappelle que les évaluations des débits d'équivalents de dose devraient tenir compte des éventuels phénomènes de précipitation et de ségrégation. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 9 du présent avis.**

2.5. PREVENTION DU RISQUE DE CRITICITE

Pour le transport routier et maritime, la démonstration du maintien de la sous-criticité du modèle de colis CAIMAN sera réalisée pour l'ensemble des contenus et sera commune à tous les types de colis.

Pour cette démonstration, le CEA considère que le système d'isolement du colis est assuré par le contenu, la géométrie et les matériaux des aménagements internes et de l'emballage. Conformément à la réglementation, le CEA prévoit d'utiliser deux modèles de calculs pour justifier la sous-criticité :

- un modèle de colis isolé en CAT ; le colis est modélisé de façon pénalisante résultant des CTR, des CNT, et du cumul CNT et CAT, en considérant une réflexion par 20 cm d'eau ;
- un modèle de colis en réseau en CAT ; la modélisation est similaire au modèle précédent mais en considérant 5N colis, et une modération quelconque entre les colis, ce qui est enveloppe des conditions réglementaires (2N colis en CAT).

L'étude visera à déterminer les masses maximales admissibles des contenus qui permettent de justifier que le modèle de colis reste sous-critique, conformément à la réglementation, en tenant compte des incertitudes liées au code de calcul et des expériences de référence ayant permis de qualifier le code de calcul pour les types de contenus considérés.

Pour ce qui concerne le transport aérien, le requérant ne prévoit que le transport de matière uranifère. Il prévoit de prendre en compte la réglementation qui impose que les modèles de colis transportant de la matière fissile soient sous-critiques en considérant les dommages correspondant aux épreuves réglementaires des modèles de colis du type C, en supposant une réflexion par au moins 20 cm d'eau, sans qu'il soit nécessaire de considérer une pénétration d'eau. L'étude déterminera, dans ces conditions, la quantité maximale d'uranium transportable.

Les hypothèses retenues par le requérant n'appellent pas de remarque à ce stade du projet.

2.6. RISQUES SUBSIDIAIRES

Une analyse de risque liée à la production éventuelle de gaz dans la cavité due à la dégradation des matériaux présents dans l'emballage sous l'effet du rayonnement et de la température sera réalisée. Le CEA considère à ce stade que les températures en CTR et CNT ne seront pas suffisamment importantes pour générer des quantités significatives de gaz. En CAT, pour les contenus uranifères, le CEA estime que les températures et l'intensité de rayonnement seront suffisamment basses pour ne pas produire des quantités significatives de gaz. Pour les autres contenus, la production de gaz pouvant être plus importante, le requérant réalisera une analyse du maintien du confinement à la suite d'une explosion interne. Une analyse particulière sera également menée concernant le nitrate d'uranyle afin de s'assurer, en outre, que la température d'ébullition n'est pas atteinte en CAT et que le risque de corrosion est écarté.

Enfin, le risque de pyrophoricité et d'inflammabilité des contenus sera pris en compte en inertant la cavité et des conditionnements primaires.

L'IRSN estime que les éléments apportés à ce stade du projet sont satisfaisants.

2.7. FABRICATION, UTILISATION ET MAINTENANCE

Le requérant précise les contrôles qui seront réalisés au cours de la fabrication de l'emballage. Ainsi, les soudures de l'enveloppe de confinement seront contrôlées par radiographie ou par ultrasons. **Ceci est satisfaisant à ce stade.**

Le requérant décrit les principales étapes relatives au chargement de l'emballage. L'IRSN souligne que le dossier de sûreté du modèle de colis CAIMAN devra décrire l'ensemble des opérations liées à l'utilisation de l'emballage. Une attention particulière sera portée aux opérations de basculement afin de s'assurer qu'elles ne risquent pas d'endommager le colis. **Aussi, l'IRSN estime que les éléments apportés à ce stade du projet sont satisfaisants.**

Le retour d'expérience de l'utilisation des emballages TN-BGC 1 a montré que la manutention par chariot élévateur était susceptible de générer des chocs sur l'emballage. La conception des systèmes de manutention et la mise en place de procédures adaptées pourraient permettre de réduire l'occurrence et la sévérité de ces dommages. **Ce point devrait faire l'objet d'une vigilance particulière de la part du requérant.**

Les opérations réalisées en maintenance sont décrites en distinguant celles qui relèvent de la petite maintenance et celles qui relèvent de la grande maintenance. **Ceci est satisfaisant.** Toutefois, l'IRSN estime que la périodicité de l'ensemble de ces opérations devra être définie et justifiée en cohérence avec la fréquence et les conditions d'utilisation des emballages CAIMAN ainsi que le retour d'expérience relatif à l'utilisation et à la maintenance des emballages TN-BGC 1. **Ceci fait l'objet de l'attente n° 10 du présent avis.**

3. CONCLUSION

Sur la base du dossier présenté, l'IRSN considère que les options de sûreté retenues par le CEA pour le nouveau modèle de colis CAIMAN sont satisfaisantes à ce stade du projet au regard des exigences applicables aux modèles de colis du type B(U), B(M), IP-2 et IP-3 chargés de matières fissiles.

Dans la suite du développement du modèle de colis CAIMAN, l'IRSN estime que le CEA devra tenir compte de la recommandation formulée en annexe 1 du présent avis.

Par ailleurs, le dossier de sûreté qui sera transmis en appui de la demande d'agrément devrait tenir compte des observations et des attentes présentées respectivement en annexes 2 et 3 du présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2020-00197

Recommandation de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que le CEA justifie, dans le dossier de sûreté, le taux de compression des joints de l'enceinte de confinement du modèle de colis CAIMAN, en tenant compte de leur déformation rémanente de compression liée à leur vieillissement, par rapport aux critères d'étanchéité définis par la réglementation.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2020-00197

Observation de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que le CEA devrait justifier la représentativité des essais réalisés en 2006, qu'il prévoit d'utiliser pour prendre en compte le phénomène de combustion du bois des capots du modèle de colis CAIMAN après l'épreuve d'incendie.

ANNEXE 3 A L'AVIS IRSN N° 2020-00197

Attentes de l'IRSN

Attente n° 1

Il est attendu que le requérant mette en place des dispositions permettant de distinguer les éléments du système de fermeture des différents types de modèle de colis CAIMAN (types IP ou B).

Attente n° 2

Il est attendu que les analyses mécaniques réalisées dans le dossier de sûreté du modèle de colis CAIMAN tiennent compte des propriétés minimales des matériaux dans toutes les conditions de transport.

Attente n° 3

Il est attendu que le dossier de sûreté détaille le dimensionnement des soudures du modèle de colis CAIMAN assurant une fonction de sûreté (enceinte de confinement, organes de manutention...).

Attente n° 4

Il est attendu que le coefficient de frottement retenu pour dimensionner les assemblages vissés du modèle de colis CAIMAN soit justifié, en tenant compte des incertitudes associées, du type de lubrifiant utilisé et des surfaces lubrifiées.

Attente n° 5

Il est attendu que le CEA justifie que le transport de plusieurs colis CAIMAN attachés les uns aux autres par une sangle ne réduit pas le niveau de sûreté du modèle de colis.

Attente n° 6

Il est attendu que l'absence de risque de rupture fragile soit justifiée dans le dossier de sûreté du modèle de colis CAIMAN.

Attente n° 7

Il est attendu que les caractéristiques des maquettes utilisées pour les essais de chutes des CAT couvrent la dispersion naturelle des caractéristiques du bois des capots amortisseurs du modèle de colis CAIMAN.

Attente n° 8

Il est attendu que les calculs de débits d'équivalent de dose liés aux émissions neutroniques du modèle de colis CAIMAN tiennent compte d'un coefficient de réactivité effectif justifié.

Attente n° 9

Il est attendu que les calculs des débits d'équivalents de dose du modèle de colis CAIMAN prennent en compte, pour le transport de liquides, les éventuels phénomènes de ségrégation et de précipitation de la matière radioactive.

Attente n° 10

Il est attendu que la périodicité des opérations de grande maintenance des emballages CAIMAN s'appuient sur le retour d'expérience de ce type d'emballage (notamment le modèle de colis TN-BGC 1), en cohérence avec la fréquence d'utilisation et les démonstrations de sûreté (tenue à la fatigue, vieillissement des matériaux...). En outre, les opérations réalisées devront être justifiées au regard du classement des pièces vis-à-vis de leur fonction et importance pour la sûreté.